

Process for improving the charging and discharging capacity of storage batteries

Publication number: DE19803312

Publication date: 1999-08-05

Inventor: MEISNER EBERHARD DR (DE)

Applicant: VARTA BATTERIE (DE)

Classification:

- international: **H01M10/44; H01M10/50; H01M10/40; H01M10/42;**
H01M10/36; (IPC1-7): H01M10/44

- european: H01M10/44; H01M10/50

Application number: DE19981003312 19980129

Priority number(s): DE19981003312 19980129

Also published as:



EP0933829 (A1)

US5990660 (A1)

EP0933829 (B1)

Report a data error here

Abstract not available for DE19803312

Abstract of corresponding document: **US5990660**

The invention pertains to a process for improving the charging and discharging capacity of storage batteries at low temperatures. The improvement in the charging and discharging of storage batteries is accomplished by raising their temperature, using for this purpose the energy stored in the batteries. The process is conducted in such a way that the temperature and at least one value characterizing the state of charge are measured before the beginning of the heating and during the heating and the storage battery is discharged through an electrical component introducing thermal energy into it, at which time the discharge is terminated when either the target loadability in the discharging or charging was achieved or the state of charge decreases below a threshold value.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 198 03 312 A 1**

⑤① Int. Cl.⁶:
H 01 M 10/44

②① Aktenzeichen: 198 03 312.5
②② Anmeldetag: 29. 1. 98
④③ Offenlegungstag: 5. 8. 99

DE 198 03 312 A 1

⑦① Anmelder:
Varta Batterie AG, 30419 Hannover, DE

⑦④ Vertreter:
Kaiser, D., Dipl.-Ing., Pat.-Ass., 65779 Kelkheim

⑦② Erfinder:
Meißner, Eberhard, Dr., 65719 Hofheim, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Verfahren zur Verbesserung der Lade- und Entladefähigkeit von Akkumulatoren

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Verbesserung der Lade- und Entladefähigkeit von Akkumulatoren bei tiefen Temperaturen.

Die Verbesserung der Lade- und Entladefähigkeit von Akkumulatoren erfolgt durch die Erhöhung ihrer Temperatur, wobei dazu die in ihnen gespeicherte Energie verwendet wird. Das Verfahren wird so durchgeführt, daß

- die Temperatur und zumindest eine den Ladezustand kennzeichnende Größe vor Beginn der Erwärmung und während der Erwärmung gemessen und

- der Akkumulator über ein Wärmeenergie in ihn eintragendes elektrisches Bauelement entladen wird, wobei

- die Entladung beendet wird, wenn entweder die angestrebte Belastbarkeit in Endlade- bzw. Laderichtung erreicht wurde
oder

der Ladezustand einen Schwellenwert unterschreitet.

DE 198 03 312 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Verbesserung der Lade- und Entladefähigkeit von Akkumulatoren bei tiefen Temperaturen.

Die Leistungsfähigkeit von elektrochemischen Energiespeichern nimmt im allgemeinen mit fallender Betriebstemperatur stark ab. Insbesondere betrifft dies die Fähigkeit, Entladeströme abgeben zu können, die bezogen auf die Kapazität des Akkumulators mindestens in der Größenordnung des einstündigen Entladestroms liegen. Um dieser prinzipiellen Eigenschaft von Akkumulatoren entgegen zu wirken, sind bereits verschiedene Lösungen vorgeschlagen worden. So ist beispielsweise bekannt, Akkumulatoren aus einer externen Energiequelle zu beheizen. Hiervon wird beispielsweise bei Akkumulatoren im militärischen Bereich Gebrauch gemacht, die im Bereitschaftsbetrieb ständig nachgeladen werden. Auch bei den in Satelliten installierten Akkumulatoren wird dieses Verfahren angewandt. Weiterhin findet das genannte Verfahren in sogenannten Hochtemperaturbatterien Verwendung, bei denen die zu einer Batterie verschalteten Akkumulatorzellen während des Ladevorgangs aus einer externen Energiequelle elektrisch beheizt werden. Es ist weiterhin bekannt, Latentwärmespeicher zu verwenden, um Akkumulatoren oberhalb einer Mindesttemperatur zu halten. Vorgeschlagen wurde bereits auch zur Erwärmung von Akkumulatoren, die in ihnen gespeicherte Energie zu nutzen. Insbesondere wird dieses Verfahren für Hochtemperaturbatterien, welche zur Elektrotraktion genutzt werden eingesetzt, da solche Batterien unterhalb einer bestimmten Minimaltemperatur nicht mehr betriebsbereit sind. Die Temperatur dieser Batterien muß deshalb stets oberhalb der systemspezifischen Minimaltemperatur gehalten werden, wobei dazu nötigenfalls auch die in der Batterie gespeicherte elektrische Energie verwendet wird.

Im Dokument DE 41 42 628 A wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Erwärmung eines Akkumulators vorgeschlagen, bei dem ein Leistungstransistor als Heizelement dient, der in der Batterie angeordnet ist und temperaturgesteuert betrieben wird. Die Beheizung der Batterie erfolgt in Abhängigkeit von der Batterietemperatur und der Batteriespannung, wobei ein unterer Grenzwert für die Batteriespannung definiert ist, ab dem keine Erwärmung mehr vorgenommen wird. Um ein unnötiges Erwärmen der Batterie aus ihrem eigenen Energievorrat zu vermeiden, ist eine Triggerschaltung vorgesehen. Alternativ zu der vorgeschlagenen Schaltung bestehend aus einem Temperaturfühler und einem Leistungstransistor kann auch ein PTC-Widerstand in Verbindung mit einer Triggerschaltung eingesetzt werden.

Die Erfindung hat sich die Aufgabe gestellt, ein Verfahren anzugeben, das die Erwärmung eines Akkumulators aus seinem eigenem Energievorrat in möglichst kurzer Zeit gestattet, ohne daß dadurch Schädigungen des inneren Aufbaus des Akkumulators auftreten.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch ein Verfahren gelöst, wie es in Anspruch 1 angegeben ist.

Das erfindungsgemäße Verfahren berücksichtigt insbesondere die Art der im Akkumulator auftretenden elektrochemischen Reaktionen. Zur Erwärmung des Akkumulators dient sowohl ein von ihm gespeistes Heizelement als auch die beim Stromfluß durch die inneren Widerstände des Akkumulators entstehende Wärmemenge. Dadurch wird die gesamte, dem Akkumulator entnommene elektrische Energie in Wärme umgesetzt und nahezu vollständig zur Erwärmung des Akkumulators verwendet. Erfindungsgemäß wird die Größe des elektrischen Widerstandes des externen Heizelementes in der Weise gewählt, daß der Akkumulator eine solche Leistung abgibt, die zu einer schnellen Erwärmung

des Akkumulators führt, ohne daß jedoch eine Schädigung des inneren Aufbaus des Akkumulators eintritt.

Die Erwärmung eines Akkumulators aus dem in ihm gespeicherten Energievorrat ist um so sinnvoller, je höher die spezifische Energiedichte (Wh/kg) im Verhältnis zu der spezifischen Wärmekapazität (Wh/kg/grad) ist. Lithium-Ionen-Akkumulatoren weisen eine hohe Energiedichte auf und können im Bereich von ca. -50°C bis $+100^{\circ}\text{C}$ betrieben werden. Ihre Energiedichte liegt im Bereich von 80 bis 180 Wh/kg und ihre spezifische Wärme bei etwa 1 kJ/kg/grad. Der Energieinhalt eines Lithium-Ionen-Akkumulators reicht deshalb aus, um den Akkumulator um mehrere 100° zu erwärmen.

Während es bei den genannten Lithium-Ionen-Akkumulatoren durchaus sinnvoll ist, einen Teil des Energieinhalts zur Erwärmung des Akkumulators heranzuziehen, damit dem erwärmten Akkumulator eine höhere Leistung entnommen werden kann, ist ein solches Vorgehen z. B. bei einem Bleiakкумулятор wenig sinnvoll. Das Verhältnis von Wärmekapazität des Bleiakкумулятор zu dessen Energiedichte ist für ein solches Verfahren wenig geeignet.

Eine möglichst schnelle Erwärmung wird theoretisch erreicht, wenn der Akkumulator zeitweise kurzgeschlossen wird, da dabei die gesamte freigesetzte elektrische Energie an dem inneren Widerstand des Akkumulators in Wärme umgewandelt wird. Alternativ dazu bietet es sich auch an, die Größe des äußeren Heizwiderstandes so zu wählen, daß die Batteriespannung beim Stromfluß gerade auf den halben Wert der Ruhespannung abfällt. Dadurch wird die maximale Leistungsabgabe des Akkumulators erzielt.

Erfindungsgemäß wurde jedoch gefunden, daß eine Schädigung der Elektroden vermieden wird, wenn der Heizwiderstand, über den der Akkumulator entladen wird, größer gewählt wird als er für eine maximale Leistungsentnahme aus dem Akkumulator sein würde. Der Heizstrom wird dadurch auf einen Wert unterhalb des maximal möglichen Stromflusses begrenzt. Vorzugsweise wird nach dem erfindungsgemäßen Verfahren ein Lithium-Ionen-Akkumulator entladen, wobei eine Polarisation der negativen Elektrode um mehr als 0,8 V positiver als das Potential von metallischem Lithium vermieden wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren gestattet es, den Entladestrom so zu begrenzen, daß die Akkumulatorenspannung nicht unter die halbe Ruhespannung fällt. Dadurch wird sichergestellt, daß an den inneren Komponenten des Akkumulators keine Leistung freigesetzt wird, die zu einer lokalen Überhitzung führen.

Beispiel 1

Ein Lithium-Ion-Akkumulator mit einer Temperatur von -20°C soll mit einem Strom entladen werden, mit dem theoretisch der Akkumulator innerhalb einer Stunde entladen ist. Diese Leistung kann der Akkumulator jedoch erst bei einer Temperatur oberhalb von 0°C abgeben. Erfindungsgemäß wird der Lithium-Ion-Akkumulator anfänglich beispielsweise mit dem sogenannten 5stündigen Strom (C/5), d. h. mit einer theoretischen Stromstärke entladen, die nach 5 Stunden zur vollständigen Entladung des Akkumulators führen würde. Die vollständige Umsetzung dieses Stromes in Wärme bewirkt eine Temperaturerhöhung des Akkumulators von ca. 1°C pro Minute. Durch die Veränderung des Heizwiderstandes mit steigender Temperatur wird der aktuell fließende Strom so gewählt, daß die Akkumulatorenspannung stets größer als die halbe Ruhespannung bleibt. Durch die ständige Anpassung des Heizwiderstandes an die mit der Temperaturerhöhung des Akkumulators einhergehende Steigerung der Stromabgabefähigkeit des Akkumula-

tors wird die Zeit von ca. 20 min. für die Erwärmung des Akkumulators von -20°C auf 0°C mit einem 5stündigen Strom auf ca. 4 min. verkürzt. Der Akkumulator kann nach dieser Vorwärmzeit einen 1stündigen Strom an externe Verbraucher abgeben. Die Anpassung der ohne Schädigung dem Akkumulator bei einer bestimmten Temperatur entnehmbaren Stromstärke wird entweder durch den Vergleich eines aktuellen Wertes mit den in einem Speicher abgelegten zugeordneten Werten ermittelt oder aktuell durch Messung der Belastungsspannung bestimmt.

Beispiel 2

Eine Akkumulatorenatterie, in der mehrere Einzelzellen elektrisch zusammengeschaltet sind, wird erfindungsgemäß erwärmt. Dabei erfolgt die Heizstromentnahme in der Weise, daß bei keiner der in Serie und/oder parallel geschalteten Zellen eine Elektrode ein unzulässigen Potentialwert annimmt. Erfindungsgemäß speist mindestens eine Zelle mindestens ein Heizelement, wobei die Einzelzellspannungen gemessen und der äußere Heizwiderstand so gewählt wird, daß in keiner Zelle die halbe Ruhespannung unterschritten wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Verbesserung der Lade- und Entladefähigkeit von Akkumulatoren durch Erhöhung ihrer Temperatur, wobei dazu die in ihnen gespeicherte Energie verwendet wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß

- die Temperatur und zumindest eine den Ladezustand kennzeichnende Größe vor Beginn der Erwärmung und während der Erwärmung gemessen wird und
- der Akkumulator über ein Wärmeenergie in ihn eintragendes elektrisches Bauelement entladen wird, wobei
- die Entladung beendet wird, wenn entweder die angestrebte Belastbarkeit in Entlade- bzw. Laderichtung erreicht wurde oder der Ladezustand einen Schwellenwert unterschreitet.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Entladung nicht durchgeführt wird, wenn die Temperatur des Akkumulators unter der Erstarrungstemperatur ihres Elektrolyten liegt, oder der Ladezustand nicht ausreicht, um eine solche Erwärmung zu erzielen, die die angestrebte Belastbarkeit des Akkumulators gestattet.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als kennzeichnende Größe für den Ladezustand die Spannung des Akkumulators verwendet wird.

4. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der zur Erwärmung verwendete Strom so hoch wie möglich gewählt wird, jedoch nicht höher als der höchste vom Hersteller spezifizierte Belastungsstrom, und die Spannung unter Last vorzugsweise 25% bis 75% der unbelasteten Spannung beträgt.

5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der zur Heizung verwendete Entladestrom bei zunehmender Akkumulatortemperatur sukzessive erhöht wird.

6. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Akkumulator aus mehreren Zellen besteht und die in den elektrochemischen Zellen gespeicherte elektrische Energie zur

Erwärmung aller oder nur eines Teils dieser Zellen verwendet wird, wenn die Zellen in unterschiedlichen Baueinheiten angeordnet sind.

7. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei dem Akkumulator um eine Li-Ionen-Batterie handelt, und daß eine Polarisation der negativen Elektrode um mehr als 0,8 V positiver als das Potential von metallischen Lithium in der Zelle vermieden wird.

- Leerseite -